
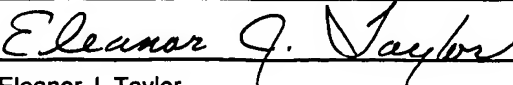


<b>TRANSMITTAL FORM</b> (to be used for correspondence after initial filing) Total Number of Pages in This Submission	Application Number	10/773,728
	Filing Date	February 6, 2004
	First Named Inventor	Wu, Jingang
	Art Unit	2812
	Examiner Name	Walter Lee Lindsay, Jr.
	Attorney Docket Number	021653-004200US

ENCLOSURES (Check all that apply)		
<input type="checkbox"/> Fee Transmittal Form <input type="checkbox"/> Fee Attached <input type="checkbox"/> Amendment/Reply <input type="checkbox"/> After Final <input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s) <input type="checkbox"/> Extension of Time Request <input type="checkbox"/> Express Abandonment Request <input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement <input checked="" type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s) <input type="checkbox"/> Reply to Missing Parts/ Incomplete Application <input type="checkbox"/> Reply to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53	<input type="checkbox"/> Drawing(s) <input type="checkbox"/> Licensing-related Papers <input type="checkbox"/> Petition <input type="checkbox"/> Petition to Convert to a Provisional Application <input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation <input type="checkbox"/> Change of Correspondence Address <input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer <input type="checkbox"/> Request for Refund <input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s) _____ <input type="checkbox"/> Landscape Table on CD	<input type="checkbox"/> After Allowance Communication to TC <input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences <input type="checkbox"/> Appeal Communication to TC (Appeal Notice, Brief, Reply Brief) <input type="checkbox"/> Proprietary Information <input type="checkbox"/> Status Letter <input checked="" type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below): Return Postcard Communication to Submit Priority Document
Remarks: The Commissioner is authorized to charge any additional fees to Deposit Account 20-1430.		

SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT			
Firm Name	Townsend and Townsend and Crew LLP		
Signature			
Printed name	Kent J. Tobin		
Date	April 14, 2006	Reg. No.	39,496

CERTIFICATE OF TRANSMISSION/MAILING			
I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date shown below.			
Signature			
Typed or printed name	Eleanor J. Taylor	Date	April 14, 2006

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to:

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

On

April 14, 2006

TOWNSEND and TOWNSEND and CREW LLP

Eleanor J. Taylor

PATENT

Docket No.: 021653-004200US

Client Ref. No.: I-03-005



**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re application of:

Jingang Wu et al.

Application No.: 10/773,728

Filed: February 6, 2004

For: LOW ENERGY DOSE  
MONITORING OF IMPLANTER  
USING IMPLANTED WAFERS

Customer No.: 20350

Confirmation No.: 8605

Examiner: Walter Lee Lindsay, Jr.

Art Unit: 2812

COMMUNICATION TO SUBMIT  
PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of Chinese Patent Application No. 200310122977.2, filed December 30, 2003, to be made of record in the above-identified application.

Respectfully submitted,

Kent J. Tobin  
Reg. No. 39,496

TOWNSEND and TOWNSEND and CREW LLP  
Two Embarcadero Center, Eighth Floor  
San Francisco, California 94111-3834  
Tel: (415) 576-0200  
Fax: (415) 576-0300  
KJT:ejt

中华人民共和国国家知识产权局  
STATE INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE  
OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA



# 证 明

本证明之附件是向本局提交的下列专利申请副本

日： 2003. 12. 30  
号： 200310122977. 2  
类别： 发明  
名称： 利用注入晶片的注入机的低能量剂量监测

申请人： 中芯国际集成电路制造（上海）有限公司

发明人： 吴金刚、宋建鹏、常明刚、黄晋德

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

中华人民共和国  
国家知识产权局局长

2006 年 3 月 27 日

1. 一种用于处理集成电路器件的方法，所述的方法包括：
  - 提供监测晶片，所述的监测晶片包含硅材料；
  - 5        在所述的硅材料的一定深度内引入多个粒子，从而所述的多个粒子导致所述的硅材料成为非晶态；
    - 利用注入工具将多个掺杂物粒子引入所述硅材料的所选择的深度，所述的非晶态捕获所述的掺杂物粒子；
    - 将包含所述的多个粒子和掺杂物粒子的监测晶片进行热退火处理，以
    - 10       激活所述的掺杂物；
      - 取下所述的监测晶片；
      - 测量所述监测晶片的包含注入掺杂物粒子的表面区域的表面电阻率；
      - 确定所述的含掺杂物杂质的剂量；以及
      - 如果所述监测晶片中的掺杂物粒子的剂量在规定极限的容许范围之内，
      - 15       则运行所述的注入工具来对一个或多个产品晶片进行处理。
  2. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述的监测晶片基本没有覆盖在监测晶片表面上的屏蔽氧化物。
  3. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述的多个粒子是含硅杂质。
  4. 如权利要求 3 所述的方法，其中利用  $1 \times 10^{15}$  atoms/cm<sup>2</sup> 的剂量和 20
    - 20       keV 的能量注入所述的含硅杂质。
    5. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述的掺杂物粒子是含硼杂质。
    6. 如权利要求 5 所述的方法，其中利用  $5 \times 10^{13}$  atoms/cm<sup>2</sup> 至  $4 \times 10^{14}$  atoms/cm<sup>2</sup> 范围的剂量和 1 keV 至 2 keV 范围内的能量注入所述的含硼杂质。
    7. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述的热退火处理是在 700℃下的
      - 25       RTP 处理。
      8. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述的热退火处理是在 650℃至 750℃范围内的 RTP 处理。
      9. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述的热退火处理是快速热退火处

理。

10. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述的表面电阻率是由另外的工具提供的。

11. 如权利要求 1 所述的方法，其中在确定所述的掺杂物杂质的剂量后，所述的产品晶片运行 24 小时。

12. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述的热退火处理也使所述的非晶硅的一部分重结晶。

13. 一种用于处理半导体晶片的方法，所述的方法包括：

提供监测晶片，所述的监测晶片包含结晶材料；

10 在所述的结晶材料的一定深度内引入多个粒子，从而所述的多个粒子导致所述的结晶材料成为非晶态；

利用注入工具将多个掺杂物粒子引入所述结晶材料的所选择的深度，所述的非晶态捕获所述的掺杂物粒子；

15 将包含所述的多个粒子和掺杂物粒子的监测晶片进行热退火处理，以激活掺杂物；

取下所述的监测晶片；

测量所述的监测晶片的包含注入掺杂物粒子的表面区域的表面电阻率；

确定所述的含掺杂物杂质的剂量；以及

20 如果所述监测晶片中的掺杂物粒子剂量在规定极限的容许范围之内，则运行所述的注入工具来对一个或多个产品晶片进行处理。

14. 如权利要求 13 所述的方法，其中所述的结晶材料包含硅。

15. 如权利要求 13 所述的方法，其中利用电阻率值和剂量值之间的关系确定所述的含掺杂物杂质的剂量。

25 16. 如权利要求 15 所述的方法，其中在空间图中提供所述的关系。

17. 如权利要求 13 所述的方法，其中所述的多个粒子包含含硅粒子。

18. 如权利要求 13 所述的方法，其中所述的含掺杂物杂质包含硼类物。

19. 如权利要求 13 所述的方法，其中在引入所述的含掺杂物杂质之

前，所述的监测晶片基本没有氧化物覆盖层。

20. 如权利要求 13 所述的方法，其中所述的监测晶片是硅晶片。

21. 如权利要求 13 所述的方法，其中所述的一个或多个产品晶片的特征是浅结的深度小于 40nm。

## 利用注入晶片的注入机的低能量剂量监测

## 5 技术领域

本发明一般地涉及集成电路和对它们的用于半导体器件制造的处理。更具体地，本发明提供一种在集成电路的制造过程中用于监测低能量剂量注入工艺的方法。但是应理解本发明具有更宽的应用范围。举例来说，本发明可以应用于不同的器件如动态随机存取存储器、静态随机存取存储器  
10 (SRAM)、特定用途集成电路器件(ASIC)、微处理器和微控制器、快闪存储器等等。

## 背景技术

集成电路或“IC”，已由原来的制作在单个硅片上的几个相互连接的  
15 器件，发展到数百万个器件。现在的集成电路提供的优越性能和复杂度已远远超过了最初的想象。为了提高复杂性和电路的密度(即，可被封装到指定芯片区域的器件的数量)，对于每一代集成电路，最小器件特征(feature)的尺寸，也称为器件的“几何形态”变得更小。现在的半导体器件的线宽已经被制作到小于 1/4 微米了。

不断增长的电路密度已不仅提高了集成电路的复杂度和性能，而且也为客户提供更便宜的部件。一套集成电路制造设备可能花费数亿，甚至  
20 十几亿美元。每套制造设备有一定的晶片产出量，并且在每片晶片上将会有一定数量的集成电路。因此，通过使集成电路上的单个器件更小，更多的器件可以被制作在一片晶片上，这样就可以增加制造设备的产量。要使  
25 器件更小是很有挑战性的，因为每一个用于集成电路制造的工艺都存在着一个极限。也就是说，通常一种工艺只能处理到某一特定的特征尺寸，然后要么需要改变工艺要么需要改变器件的布局。

对于制造越来越小的器件很重要的半导体工艺的一个实例是用于浅结 MOS 器件的离子注入。浅结 MOS 器件通常需要低能量但高杂质剂量。某

些类型的注入如硼，使用 2 keV 或更小的注入能量。这样的注入能量和剂量通常难以精确地监测。在此，注入深度和其它参数常常难以或不可能利用传统的技术测量。在某些传统技术中，注入之前在晶片上形成屏蔽氧化物（screen oxide）。低能量杂质常常陷入（trapped）氧化物层中，甚至不会到达下面的硅材料中。这种涂覆有氧化物的晶片的电阻测量不可能精确地进行。或者，也将杂质注入裸的硅晶片。这些晶片常常向外扩散（out diffuse）所注入的杂质，对这些杂质不能进行任何精确程度的测量。因此，难以精确监测用于制造半导体器件的低能量注入物。

从上面可以看出，改进用于处理半导体器件的技术是人们所希望的。

10

### 发明内容

根据本发明，提供了用于制造半导体器件的处理技术。但应知道本发明具有更大的应用范围。更具体地，本发明提供用于制造集成电路的低能量剂量注入工艺的监测方法。举例来说，本发明可以应用于不同的器件如动态随机存储器、静态随机存储器（SRAM）、特定用途集成电路器件（ASIC）、微处理器和微控制器、闪存器件等。

在具体的实施例中，本发明提供一种用于处理半导体器件的方法。该方法包括：提供监测晶片（monitor wafer），该监测晶片包含硅材料。该方法包括将多个粒子引入硅材料的某个深度之中，从而多个粒子（例如硅）导致硅材料成为非晶态。该方法还包括利用注入工具将多个掺杂物粒子（例如硼、砷）引入硅材料的所选择的深度。最好，非晶态捕获掺杂物粒子，并甚至可以导致非晶硅材料的重结晶。该方法还包括将包含多个粒子和掺杂物粒子的监测晶片进行热退火处理，以激活掺杂物。取下晶片。该方法包括测量监测晶片的包含注入掺杂物粒子的表面区域的表面电阻率（sheet resistivity），并确定含掺杂物杂质的剂量。然后，该方法包括，如果监测晶片中的掺杂物粒子剂量在规定极限的容许范围之内，则对一个或多个产品晶片运行注入工具。

在另一个具体的实施例中，本发明提供一种用于处理半导体晶片例如硅的方法。该方法包括：提供监测晶片，该监测晶片由结晶材料制成。该



方法包括将多个粒子引入结晶材料的某个深度之中，从而多个粒子导致所述的结晶材料成为非晶态。该方法也包括利用注入工具将多个掺杂物粒子引入处于非晶态的结晶材料的所选择的深度。非晶态捕获掺杂物粒子。该方法包括将包含多个粒子和掺杂物粒子的监测晶片进行热退火处理，以激活掺杂物。测量表面电阻。如果监测晶片中的掺杂物粒子剂量在规定极限的容许范围之内，则该方法对一个或多个产品晶片运行注入工具。

相对传统技术，通过本发明的方法可获得许多好处。举例来说，本技术提供简单的方法来利用依赖于传统技术的工艺。在一些实施例中，该方法提供更高的每晶片管芯产率。此外，该方法提供与传统工艺技术兼容的工艺，而无需对传统的设备和工艺作实质性的修改。最好，本发明可以应用于不同的器件如存储器、ASIC、微处理器和其它器件。最好，本发明提供一种途径来监测用于浅结器件的低能量剂量注入工艺。取决于实施例，可以获得这些优点中的一个或多个。这些和其它的优点将在整个说明书中被进行更多的描述，并在下面进行更具体的描述。

参照详细地描述和附图，可以更加全面地了解本发明的其它的目的、特征和优点。

### 附图说明

图 1 至图 6 是说明根据本发明实施例的方法的简化视图。

图 4A 是根据本发明实施例的半导体基片的一部分的横截面简化视图。

图 7 至图 9 是根据本发明的实施例的实验结果简图。

### 具体实施方式

根据本发明，提供用于制造半导体器件的处理技术。但应知道本发明具有更宽的应用范围。更具体地，本发明提供监测用于集成电路制造的低温快速热退火处理的方法。举例来说，可以将本发明应用到不同的器件如静态随机存储器（SRAM）、特定用途集成电路器件（ASIC）、微处理器和微控制器、闪存器件等等。

根据本发明实施例的用于低能量剂量注入工艺的温度分析的监测基片的制造方法如下：

1. 提供监测晶片，例如硅晶片；
2. 在硅材料的一定深度内引入多个粒子（例如硅），以在硅材料中导致非晶态；
3. 以低能量和高剂量将硼引入到监测晶片的某个深度；
4. 将包含多个粒子和硼的监测晶片在约 700℃ 下进行快速热退火处理，以激活含硼粒子；
5. 取下监测晶片；
6. 测量监测晶片的表面电阻率；
7. 对具有不同的硼杂质剂量的其他监测晶片执行步骤 1 至步骤 6；
8. 绘制表面电阻率与硼剂量的关系图；以及
9. 按照需要执行其它步骤。

上面这一系列步骤用于制备监测晶片，其将被用来确定快速热退火处理的精确温度。将监测晶片用于绘制校准曲线，其将被用于确定另一个监测晶片的杂质的剂量。依据实施例，校准曲线可以被调节。根据下面的附图，可以找到本方法的更多的细节。

根据本发明实施例的一种利用注入工艺制造集成电路器件的方法如下：

1. 提供监测晶片，例如硅晶片；
2. 在硅材料的一定深度内引入多个粒子（例如硅），以在硅材料中导致非晶态；
3. 以低能量和高剂量将硼引入到监测晶片的某个深度；
4. 将包含多个粒子和硼的监测晶片在约 700℃ 下进行快速热退火处理，以激活含硼粒子；
5. 取下监测晶片；
6. 测量监测晶片的表面电阻率；
7. 对具有不同的硼杂质剂量的其他监测晶片执行步骤 1 至步骤 6；
8. 绘制表面电阻率与硼剂量的关系图；

9. 提供用于生产运行的监测晶片;
10. 执行步骤 1 至步骤 6;
11. 依据图形确定杂质的剂量;
12. 确定剂量在注入工艺的预定容许极限之内;
- 5 13. 如果剂量在注入工艺的预定容许极限之内, 则利用注入工艺进行产品晶片的生产操作;
14. 否则, 将注入工艺调转至维护或设计或校准;
15. 按需要执行其它步骤。

图 1 至图 6 是说明根据本发明实施例的方法 100 的横截面简化视图。  
10 这样的图仅仅是例图, 在此不应不恰当地限制权利要求的范围。本领域的普通技术人员将知道很多其它的变化、修改和替换。如图所示, 方法 100 开始于提供监测基片 (monitor substrate) 101, 其中监测基片 101 可以是硅晶片等。其它可选的基片包括任何合适的材料如硼和绝缘基片上的硅。最好, 监测晶片是硅晶片。

15 参照图 2, 该方法引入了多个粒子 105 以在监测基片的一定厚度 111 中导致非晶态。将厚度限制到预定的深度 107, 其中取决于应用, 此深度 107 可以是不变的, 或轻微变化。利用注入或其它技术将粒子通过基片的表面 109 引入。如图所示, 粒子可以是含硅粒子如单质硅 (elemental silicon)。这样的硅可以来自气体如硅烷、二氯甲硅烷、它们的任何组合  
20 等。非晶态的更多的细节在整个说明书中被进行描述, 并在下面进行更具体的描述。

接着, 该方法以低能量和高剂量将掺杂杂质 (dopant impurity) 305 引入到监测晶片的某个深度。掺杂杂质可以是含硼物、含砷物等。能量通常是 2 keV 至小于 2 keV, 但也可以是其它值。剂量是  $4E14$  至  $1E15$ , 但也可以  
25 是其它值。最好, 将该方法用于浅结器件的低能量高剂量杂质。这样器件常常具有小于 40 nm 的结深, 但也可以是其它深度。此外, 浅结器件常常用于小于  $0.15\ \mu\text{m}$  的线宽规则。当然, 具体的能量、剂量和深度取决于应用。

参照图 4, 示出了作为深度的函数的注入曲线图 400。此曲线图仅仅

是示例，在此不应不恰当地限制权利要求的范围。本领域的普通技术人员将知道很多替换、变化和修改。如图所示，竖轴 401 示出了浓度。横轴 403 示出了从监测基片的表面到预定深度的深度。曲线 405 大致是平的，然后随着深度的增加浓度减小。下面提供此曲线的更多细节。

5       图 4A 是根据本发明实施例的半导体基片的一部分的横截面简化视图。此图仅仅是示例，在此不应不恰当地限制权利要求的范围。本领域的普通技术人员将知道很多替换、变化和修改。基片的一部分 450 包括含硅物和含硼物。含硅物中的一些来自初始的基片材料。其它的含硅物是被注入的。这样的含硅物具有断裂键 451，并在基片中形成非晶态。基片基本  
10 没有氧化物覆盖层，其中氧化物覆盖层可能干扰硼注入。可以有非常小的一层氧化物，但作为屏蔽氧化物（screen oxide）或其它类似材料基本上是无效的。含硼物 453 也被包括。根据具体的实施例，这样的含硼物部分地还没有被激活。因此，应对包含注入物的监测基片进行热处理，如快速热退火。

15       在此，该方法对包含多个粒子和硼的监测晶片在约 700℃ 下进行快速热退火处理，以激活含硼粒子。取决于实施例，可以用其它的温度。举例来说，温度可以在约 650℃ 至 700℃ 的范围中。快速热退火处理也使硅材料的某些部分重结晶。然后将监测晶片取下，准备后续的处理。

20       该方法测量监测晶片的表面电阻率。利用探针和例如 KLA Tencor Rs-75 的工具（但是也可以用其它工具）可以测量表面电阻率。表面电阻率被记录来用于进一步分析。然后，该方法对其它的具有不同的硼杂质剂量的监测晶片进行上述的步骤。根据优选实施例，这些剂量也由已被校准的工具提供。

25       参照图 5，根据具体的实施例，该方法绘制表面电阻率对硼的剂量的关系图。如图所示，监测晶片分别包含不同的剂量，其中不同的剂量针对表面电阻率绘制。在此，该图提供了一种用于进行例如对被监测的具体工具的工艺检查的标准。水平轴表示表面电阻率的值，垂直轴表示剂量。如图所示，作为总的趋势，表面电阻率随着剂量的下降而降低。取决于实施例，上面的任何步骤可以被修改。可以包括其它可选的工艺。具体步骤的

次序也可以被改变而在此不偏离权利要求的范围。本领域的普通技术人员将知道很多其它的变化、修改和替换。

虽然根据具体的实施例，说明了上述的内容，但可以有其它的修改、替换或变化。举例来说，硼已被用作杂质，但也可以使用其它的杂质如砷和磷。此外，可以利用第三注入物以形成监测基片。此外，也可以使用导致非晶态的另外的方法。还应该理解此处所描述的实例或实施例仅仅是为了说明的目的，根据它们的不同的修改或改变将提示给本领域的普通技术人员，并将被包括在此申请的精神和范围以及所附的权利要求的范围中。

在一个特定的实施例中，本发明也提供一种利用根据本发明实施例的注入工艺制造集成电路器件的方法。在此，该方法可以用来检查具体的注入工具的工艺。常常以预定的频率或在其它所希望的时间对具体的注入工具执行该方法。如图 6 所示，该方法起始于开始步骤 601。执行该方法来检查具体的注入工具（步骤 603）。在生产操作之前，将监测晶片插入（步骤 605）注入工具中，其将被进行评价。

该方法将多个粒子（例如硅）引入到硅材料的某个深度中，以在硅材料中导致非晶态。然后，该方法以经选择的低能量和高剂量将硼引入监测晶片的某个深度。掺杂杂质可以是含硼物、含砷物等。能量常常为 2 keV 至小于 2 keV，但也可以是其它值。剂量是  $4E14$  至  $1E15$ ，但也可以是其它值。最好，将该方法用于浅结器件的低能量高剂量杂质。这些器件常常具有小于 40 nm 的结深，但也可以是其它深度。此外，浅结器件常常用于小于  $0.15\ \mu\text{m}$  的线宽规则。最好，剂量和能量被预先选择，但在晶片的生产运行之前被提供来进行工艺检查。当然，具体的能量、剂量和深度取决于应用。

然后，该方法对包含多个粒子和硼的监测晶片在约  $700^\circ\text{C}$  下进行快速热退火处理以激活含硼粒子。取决于实施例，可以用其它的温度。举例来说，温度可以在约  $650^\circ\text{C}$  至  $700^\circ\text{C}$  的范围中。快速热退火处理也使硅材料的某些部分重结晶。最好，为了工艺检查，预先选择温度。然后将监测晶片取下，准备后续的处理。

该方法测量监测晶片的表面电阻率。利用探针和例如 KLA Tencor Rs-

75 的工具（但是也可以用其它工具）可以测量表面电阻率。然后该方法依据前面已经解释过的图形确定（步骤 607）杂质的剂量。该方法确定（步骤 608）该剂量是在注入工艺预定的容许极限内。预定的容许极限常常是对于具体的注入工具和工艺的规定极限。如果工具处于规定范围之内，该方法开启工具来处理产品晶片（步骤 609）。否则，该方法将工具转入维护和/或校准过程（步骤 613）。最好，该方法运行生产至少 24 小时，直到另一个监测晶片被放入，以保证工艺质量。该方法停止于步骤 611。

虽然根据具体的实施例，说明了上述的内容，但可以有其它的修改、替换或变化。举例来说，硼已被用作杂质，但也可以使用其它的杂质如砷和磷。此外，也可以使用第三注入物以形成监测基片。另外，也可以使用导致非晶态的另外的方法。还应该理解此处所描述的实例或实施例仅仅是为了说明的目的，根据它们的不同的修改或变化将提示给本领域的普通技术人员，并将被包括在此申请的精神和范围以及所附的权利要求的范围中。

15

### 实验

为了证明本发明的原理和实施，我们进行了实验。这些实验仅仅是实例，在此不应不恰当地限制权利要求的范围。本领域的普通技术人员将知道很多其它的变化、替换和修改。这些实验的更多的细节在整个说明书中被提供，并根据下面的附图被更具体地提供。

我们利用传统的工具进行这些实验，并希望揭示用于半导体集成电路的改进工艺。持续的器件缩小（scaling）常常需要形成不断变浅的、低电阻的结。超低能量注入和极速退火（spike anneal）的应用使得开发亚微米技术成为可能。超低能量注入和极速退火的组合对形成超浅结常常是令人满意的。注入能量可以降低至亚 keV 级。监测低能量注入的性能常常是必要的。对于低能量注入监测，退火是一个大问题，当没有  $O_2$  和屏蔽氧化物时，发生向外扩散（out-diffusion），导致均一性变坏；在存在  $O_2$  和屏蔽氧化物的情况下退火，将常常影响剂量的精确性。在此，在硼注入之前利用硅注入来获得非晶硅。在没有  $O_2$  和屏蔽氧化物的情况下，晶片可以

在更低的温度下进行退火。

参照图 7, 我们绘制了表面电阻率对剂量 ( $R_s$ -to-dose) 的敏感性的测试结果。注入条件包括在进行硼/2 keV/4E14 的注入之前先进行硅/20 keV/1E15 的注入, 且所用的退火条件为 700°C, 30 秒, 氮气作为退火气氛。参见图 8, 我们示出了  $R_s$  随着退火温度的变化。这里, 注入条件包括在进行硼/2 keV/4E14 的注入之前先进行硅/20 keV/1E15 的注入, 且所用的退火条件为 650°C-700°C, 30 秒, 氮气作为退火气氛。

在图 9 的表格中我们提供了实验的结果, 示出了硅注入对硼的激活的影响。在此, 注入条件包括在注入 2 keV/4E14 的硼以前注入 20 keV/1E15 的硅, 且退火条件为 700°C, 30 秒, 氮气作为退火气氛。如表 1 所示, 仅仅注入硼的情况示出了很高的表面电阻。被注入晶片的硼没有激活。在硼注入之前的硅注入可以有利于硼的激活, 可以得到表面电阻率为 442.7 欧姆/平方米(均一性: 0.33%)。

如已经被说明的, 预先的非晶硅注入可以有利于硼的激活。对于退火不需要氧气和屏蔽氧化物, 这对监测低能量注入机是有益的。在目前的研究中, 得到的敏感性 ( $\Delta R_s / \Delta Dose$ ) 为 0.83%。当然, 本领域的普通技术人员将知道很多变化、替换和修改。

还应该理解此处所描述的实例或实施例仅仅是为了说明的目的, 根据它们的不同的修改或改变将提示给本领域的普通技术人员, 并将被包括在此应用的精神和范围以及所附的权利要求的范围中。



图 1

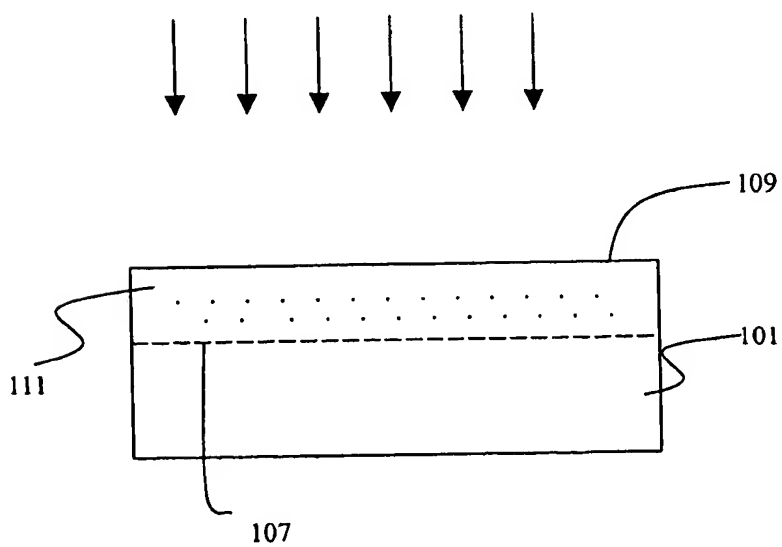


图 2



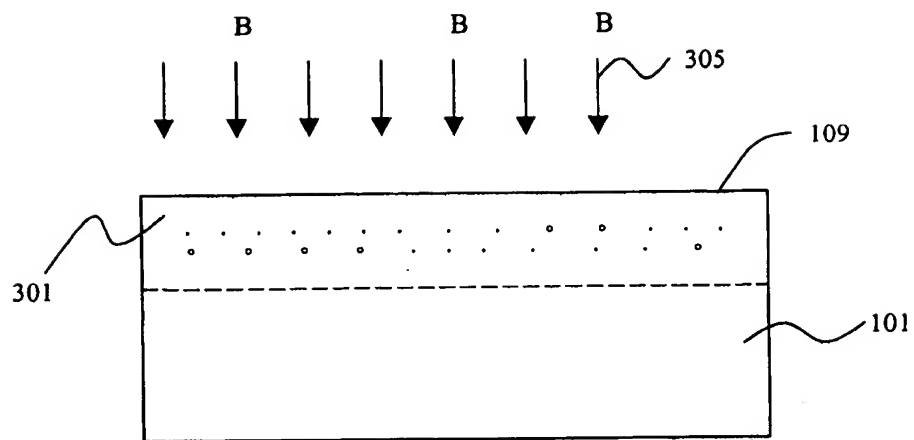


图 3

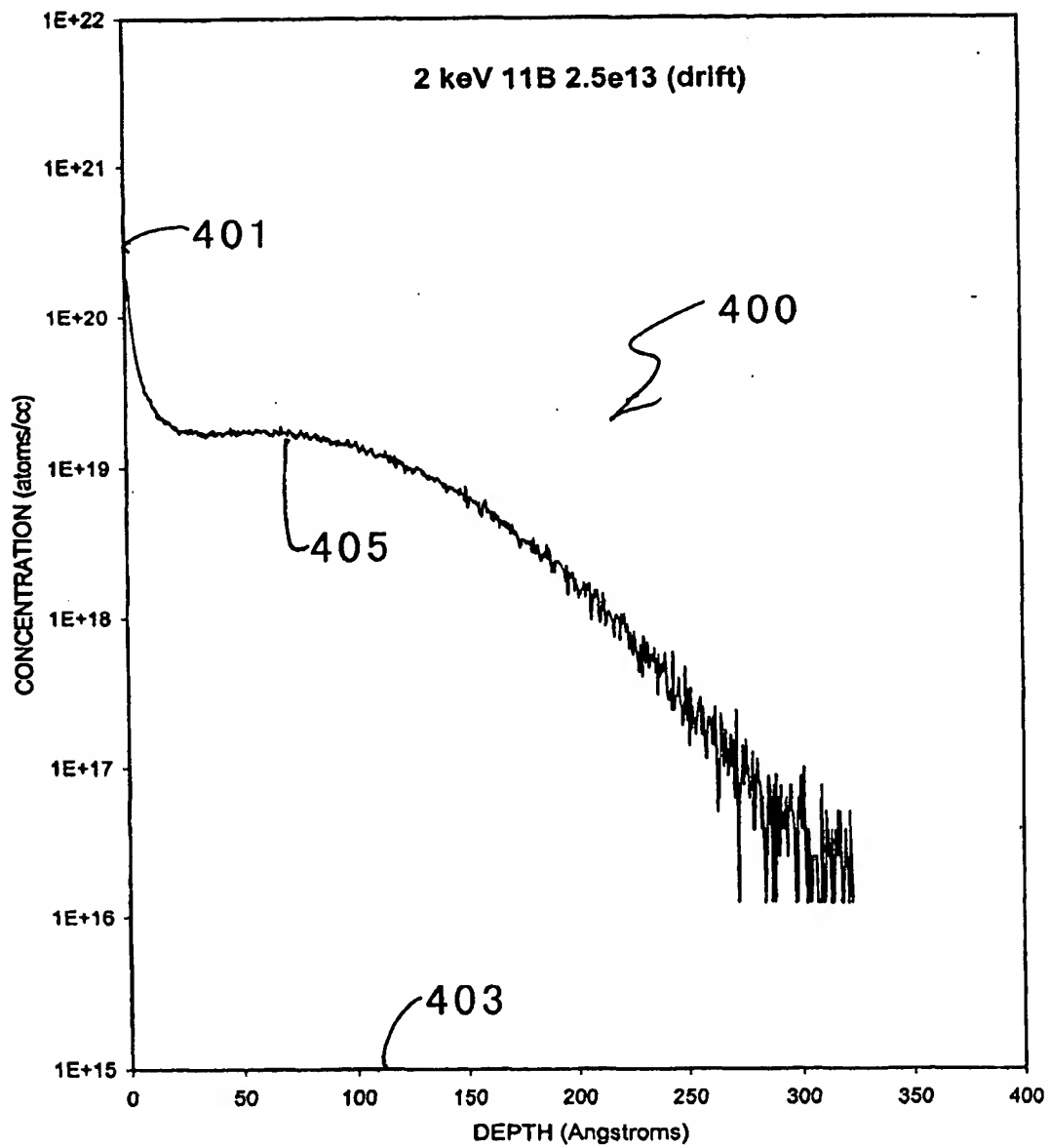


图4

Charles Evans & Associates

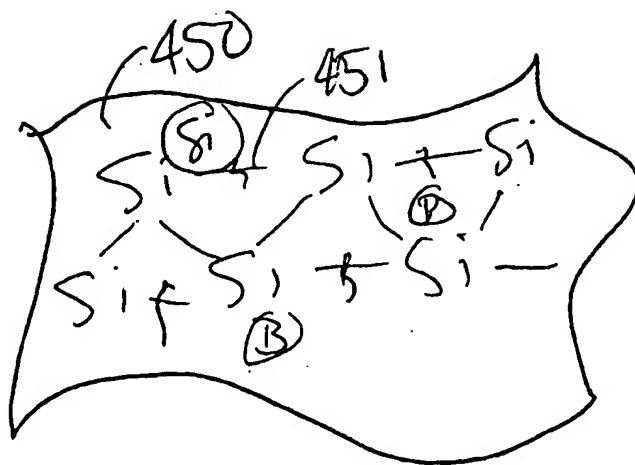


图4A

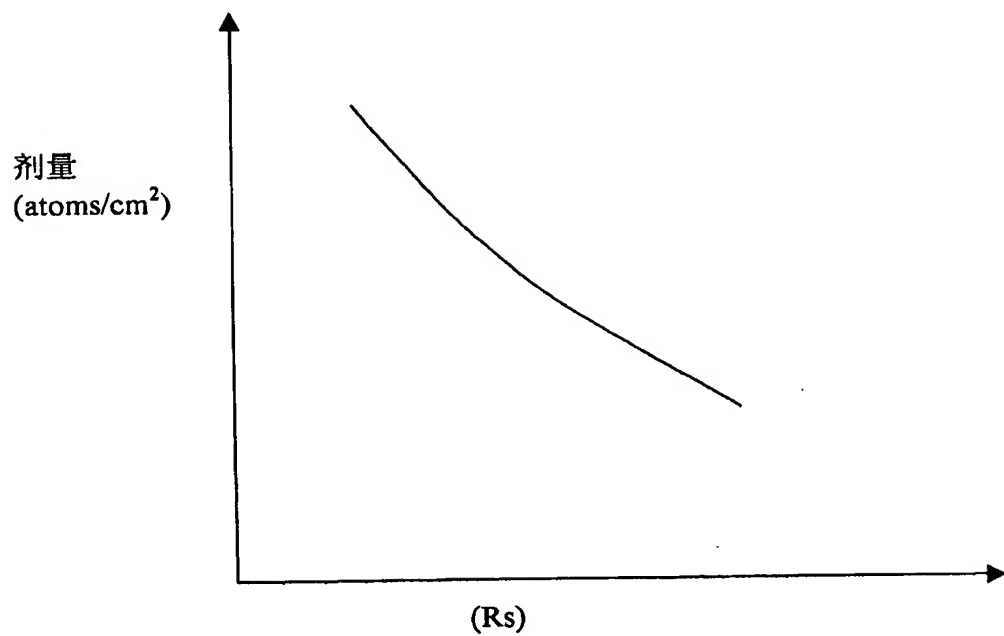


图 5

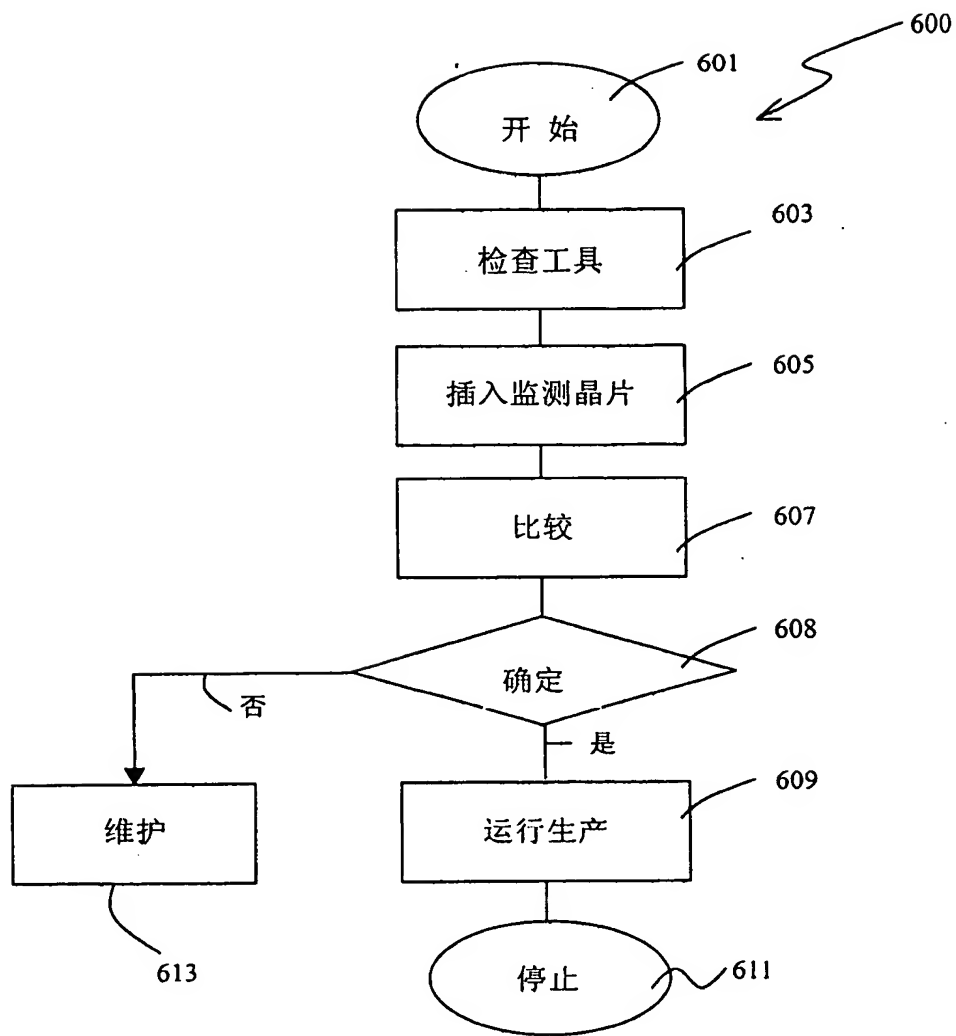


图 6

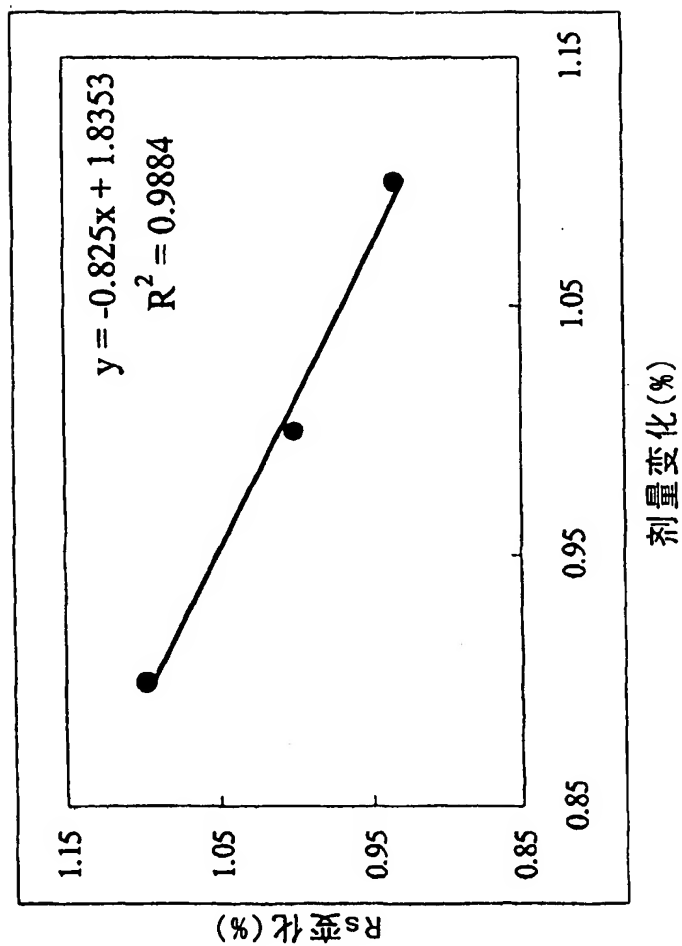


图7

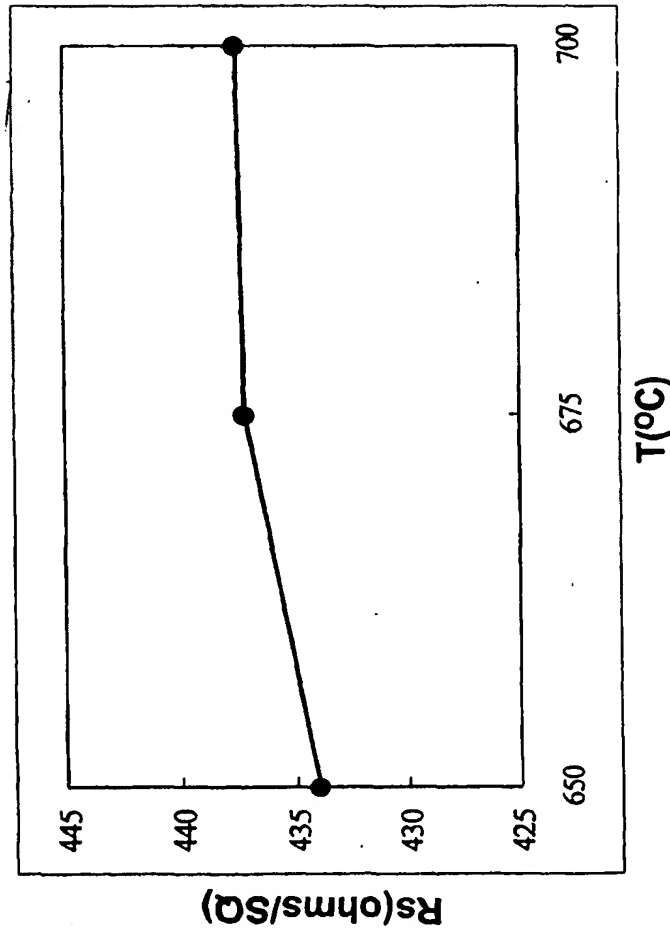


图 8

2004.12

25

	注入	退火	均一性
注入Si和B	Si/20K/1E15/T07+ B/2K40E4/T00	T0700RTA30S	442.72/0.329%
仅注入B	B/2K/40E4/T00		7940.3/1.352%

图9